

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 854 669

②1 N° d'enregistrement national : 04 04570

⑤1 Int Cl⁷ : F 16 B 37/08, B 64 G 1/64, F 42 B 15/36

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29.04.04.

③0 Priorité : 29.04.03 US 10426089.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 12.11.04 Bulletin 04/46.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : THE BOEING COMPANY — US.

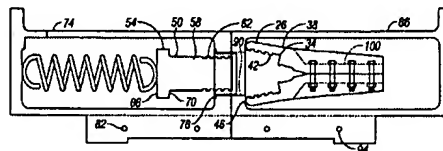
⑦2 Inventeur(s) : CLEVELAND MARK ALLEN.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREESE MAJEROWICZ SIMONNOT.

⑤4 BOULON DE SEPARATION A FAIBLE CHOC.

⑤7 La présente invention concerne un dispositif de séparation à faible choc qui comprend un dispositif de verrouillage expansible (14) muni d'une pluralité de doigts (18). La face antérieure (34) de chaque doigt (18) comporte un mécanisme de contact (42) avec un goujon. Un mécanisme servant à repositionner chacun desdits doigts (18) depuis une position fermée (22) jusqu'à une position ouverte (26) est prévu. Un goujon (50) comprenant une tête (66) et une tige (58) est prévu. La tige (58) comporte un mécanisme de contact (62) avec un doigt ayant une dimension et une forme telles qu'elles lui permettent de s'apparier avec le mécanisme de contact (42) avec un goujon disposé sur chaque doigt (18). Une première enceinte (74) ayant une dimension appropriée pour recevoir le goujon (50) de manière coulissante est également prévue. Une deuxième enceinte (86) maintient la pluralité de doigts (18).



BEST AVAILABLE COPY

FR 2 854 669 - A1



BOULON DE SEPARATION A FAIBLE CHOC

La présente invention concerne d'une façon générale le domaine des boulons de fixation séparables, et plus particulièrement le domaine des engins aériens en ce qui concerne un dispositif de séparation pyrotechnique à faible
5 choc.

La NASA estime que 45 pour cent des pannes et des dysfonctionnements qui affectent les engins aériens le premier jour sont dus à des dommages causés par des environnements très fortement dynamiques. Bien que l'étude
10 date de plus de vingt ans, peu de choses ont changé et le problème est encore présent aujourd'hui. Les engins spatiaux sont soumis à une plage étendue de conditions et des contraintes environnementales potentiellement dommageables en cours de vol, y compris des chocs.

15 Lors du 16e Symposium annuel national sur l'espace de la Fondation pour l'espace des États-Unis, une étude a révélé que 2 147 charges utiles au total seront lancées et mises en orbite autour de la Terre au cours des 10 prochaines années. La nouvelle vague de lancements de
20 satellites aura lieu en 2004 - 2006, et sera conduite par de nouveaux satellites de communication multimédia à très large bande et vitesse élevée comme, par exemple le Celestri de Motorola, les Systèmes de satellite de Boeing, ceux de Alcatel Espace /le SkyBridge de Loral / CyberStar,
25 et le Teledesic de Teledesic. On estime que plus de 2 000 engins spatiaux seront lancés au cours des 10 prochaines années.

Un des chocs les plus importants que subissent ces charges utiles se produit au moment de la séparation de la coiffe de l'engin spatial porteur de la charge utile. Les coiffes sont fixées au propulseur auxiliaire par des
5 boulons de fixation, au niveau de points de fixation discrets situés à proximité de l'interface de l'engin spatial. Les écrous et les boulons doivent être suffisamment résistants pour maintenir les choses en place jusqu'au décollage mais, lorsqu'il s'agit pour les pièces
10 de se séparer, ils doivent se déverrouiller immédiatement. Un événement pyrotechnique ou en d'autres termes une explosion, provoque la séparation initiale des écrous et des boulons de fixation. Ces écrous et ces boulons sont adaptés pour être utilisés en tant que des éléments de
15 fixation haute résistance standard, mais ils doivent néanmoins posséder la faculté de permettre aux composants ou aux structures de se déverrouiller sur commande.

Un dispositif de l'art antérieur, représenté sur les figures 1 et 2, comprend un écrou explosif à filetage à
20 droite 214 qui est fixé à un premier article spatial, et un deuxième écrou explosif à filetage à gauche 218 qui est fixé à un deuxième article spatial. Un goujon fileté 222 ayant un filetage à droite à une extrémité et ayant un filetage à gauche à l'autre extrémité assure la connexion
25 entre les deux écrous 214 et 218. Les articles spatiaux ainsi reliés sont tirés l'un vers l'autre, moyennant quoi une précharge est exercée sur le système lorsque le goujon 222 est serré dans les écrous explosifs 214 et 218. Le goujon 222 est serré afin d'éliminer le jeu occasionné
30 entre le premier article spatial et le deuxième article

spatial par les charges élevées qui sont produites lors de l'environnement de lancement dynamique. Une jauge de contrainte calibrée, montée sur le goujon, mesure la précharge au cours de processus de blocage. Le montage de
5 la jauge de contrainte et le processus de blocage doivent être inspectés et contrôlés afin d'assurer le contrôle de la qualité. La précharge exercée sur le goujon de 3,17 cm (1,25 pouce) de diamètre, est de 482307 kPa (70 000 lbs).

Les écrous explosifs 214 et 218 comportent un
10 mécanisme à fourreau interne fileté intérieurement 226, et un mécanisme à fourreau externe de fixation 222. Le mécanisme à fourreau externe de fixation 222 maintient le mécanisme à fourreau interne fileté intérieurement 226 au diamètre approprié pour recevoir le goujon fileté. Le
15 processus de séparation débute par une explosion commandée par ordinateur d'une charge pyrotechnique dans les écrous explosifs 214 et 218. La durée à rattrapante de la détonation de chacun des écrous 214 et 218 est gérée par des ordinateurs. Sous l'effet de l'explosion, le mécanisme
20 à manchon intérieur 226 coulisse axialement hors de sa position de maintien à l'intérieur du mécanisme à manchon extérieur 222, faisant éclater ses filets et libérant son emprise sur le goujon, ce qui le sépare de l'écrou. La soudaine libération de l'énergie de la précharge envoie les
25 écrous 214 et 218, et le goujon 222 dans des directions opposées, moyennant quoi un choc soudain se propage à travers le premier et le deuxième articles spatiaux.

Les composants des engins spatiaux modernes sont encore plus sensibles que par le passé, et ils doivent être
30 conçus de manière à résister aux environnements de chocs et

de vibrations à haute altitude, au détriment de la masse de la charge utile par rapport à l'orbite. Les environnements de chocs et de vibrations à haute altitude nécessitent de réaliser des essais au sol extrêmement longs et onéreux, 5 afin de valider l'aptitude de la charge utile à résister à un environnement de vol sévère. Ces essais au sol incluent des tests de vibrations aléatoires, des tests acoustiques et des essais de séparation.

L'approche traditionnelle visant à protéger les engins 10 spatiaux contre les chocs, consiste à placer des anneaux d'amortissement de choc en métal entre la coiffe et le raccord de fixation de la charge utile dans le but de dissiper l'énergie de l'événement de séparation et de limiter la répercussion du choc de la séparation de la 15 coiffe sur la charge utile. Ces anneaux sont installés à la base de la coiffe et ils maintiennent le contact entre le véhicule de lancement et le matériel de fixation de la charge utile. L'empilement des anneaux permet "d'amortir" la trajectoire de transmission du choc. Toutefois, les 20 anneaux d'amortissement de choc ont une efficacité limitée dans la mesure où ils continuent de maintenir le contact entre le raccord de la charge utile et le matériel de fixation. Les meilleures pratiques actuellement employées utilisent des anneaux d'amortissement de choc en métal 25 disposés entre la coiffe et les éléments de fixation du système de télécommunications afin de dissiper l'énergie de l'événement de séparation et de limiter la répercussion du choc de la séparation de la coiffe sur la charge utile. Des blocs d'écrasement en nid d'abeille sont également utilisés 30 afin de dissiper le choc du boulon explosif.

Des charges utiles plus importantes nécessitent des coiffes plus grandes qui, à leur tour, ont besoin de joints d'encapsulage plus robustes en vol et requièrent une charge explosive de plus forte puissance pour la séparation de la coiffe. Cette tendance produit des systèmes de séparation de coiffe qui font subir des chocs encore plus importants à la charge utile. Les coiffes des grosses charges utiles peuvent comprendre jusqu'à trois anneaux d'amortissement de choc montés en empilement entre la coiffe et le raccord de la charge utile de manière à ce que les chocs sur la charge utile se limitent aux spécifications. Les résultats des essais indiquent que l'ajout d'anneaux d'amortissement de choc supplémentaires pourrait aide à réduire la limitation des chocs sur la charge utile. Afin de réduire encore plus le choc incidentiel, 3 boulons explosifs seulement pourraient exploser en même temps lors de la séquence de séparation, au lieu de faire exploser l'ensemble des boulons explosifs en même temps. Il est donc clair que de nouvelles méthodes doivent être trouvées afin d'améliorer la protection de la charge utile contre les chocs.

Les boulons de fixation explosifs ajoutent encore à la complexité du contrôle. Afin d'éviter le jeu, chaque boulon doit être mesuré à l'aide d'une jauge de contrainte et serré au couple requis. Le montage, les inspections et le contrôle de l'étalonnage de la jauge de contrainte durant la phase de serrage des boulons renchérissent le coût et augmentent la complexité du véhicule de lancement.

Les engins spatiaux sont généralement soumis à des essais au sol afin de déceler les éventuelles défaillances, en réalisant des tests de vibrations aléatoires, des tests

acoustiques et des essais de séparation, pour simuler l'environnement de lancement. D'une manière générale, le poids de la charge utile augmenté proportionnellement à sa résistance aux chocs.

5 L'élimination de l'événement de choc accompagnant la séparation de la coiffe rend la conception des aménagements de la charge utile bénigne du point de vue de l'environnement dynamique. La réduction des chocs rend l'utilisation du véhicule de lancement plus intéressante,
10 moyennant quoi la demande pour effectuer des missions est plus forte. Ceci permettrait également d'éliminer les coûteux contrôles des instruments, de l'étalonnage et du contrôle de qualité indispensables avec les écrous explosifs de l'art antérieur. Ceci réduit également le
15 nombre de pièces, ainsi que le poids, le coût et la complexité du véhicule de lancement.

Cette réduction significative des chocs induits dus aux événements de séparation du raccord de fixation entre la coiffe et la charge utile permet de réaliser des
20 économies de coûts substantielles pour les constructeurs d'engins spatiaux, en éliminant la nécessité de concevoir un véhicule de lancement capable de survivre à ces événements. Les constructeurs d'engins spatiaux spécifieront bientôt des exigences de séparation à faible
25 choc dans les contrats pour des véhicules de lancement, afin de prendre totalement en compte les avantages en termes de coûts et de performances. Il existe un besoin pour un dispositif qui supprime le choc de la séparation de la coiffe en tant qu'un élément-clé du concept d'un engin
30 spatial. Des barrettes d'éléments multiples de ce tout

nouveau dispositif pourraient être tirées en même temps, ce qui augmenterait la fiabilité et réduirait le coût et la complexité du véhicule de lancement, de l'électronique de l'engin spatial, de l'alimentation électrique et de
5 l'acheminement des câbles électriques.

La présente invention propose une diminution significative du choc de la séparation lorsqu'on la compare aux systèmes à faible choc ou aux systèmes de réduction de choc existants. La présente invention permet d'obtenir un
10 environnement à faible coût et à extrêmement faible choc pour les engins spatiaux du futur.

Un goujon de plus grand diamètre peut supporter les précharges de serrage prévues, associées à l'élimination d'un jeu excessif. L'énergie concentrée dans le goujon de
15 plus grand diamètre est considérablement moins importante que celle du goujon de l'art antérieur. Pour parler de façon dynamique, comme il n'existe aucune donnée de test disponible, il est difficile de prédire quel sera l'environnement de vol final. Toutefois, si l'énergie
20 concentrée est éliminée du système, le choc provoqué ne peut pas être significatif.

La présente invention concerne un dispositif de séparation à faible choc. Celui-ci comprend un dispositif
25 de verrouillage expansible muni d'une pluralité de doigts. Chaque doigt a une position fermée et une position ouverte. Chaque doigt a également une face antérieure et une face dorsale. La face antérieure comporte un mécanisme de contact avec un goujon. Chaque doigt se termine par une
30 pointe. Un mécanisme servant à repositionner chaque doigt

depuis la position fermée jusqu'à la position ouverte est prévu.

Un goujon comprenant une première extrémité et une tige est prévu. La tige comporte un mécanisme de contact
5 avec un doigt. Le mécanisme de contact avec un doigt a une dimension et une forme telles qu'elles lui permettent de s'apparier avec le mécanisme de contact avec un goujon disposé sur chaque doigt. La première extrémité comporte une tête pourvue d'une surface de portée.

10 Une première enceinte est également prévue. Elle comporte une première bride dont les dimensions lui permettent de recevoir la tige du goujon de manière coulissante lorsque la surface de portée de la tête vient en butée contre la première bride. La première enceinte est
15 munie d'un mécanisme qui se fixe de lui-même à une première structure.

Une deuxième enceinte est prévue. Elle comporte une deuxième bride dont les dimensions lui permettent de recevoir la tige du goujon de manière coulissante lorsque
20 la pointe de chaque doigt vient en butée contre la deuxième bride. La deuxième enceinte est munie d'un mécanisme qui se fixe de lui-même à une deuxième structure.

La première enceinte est fixée à la deuxième enceinte lorsque le mécanisme de contact avec un goujon de chaque
25 doigt se verrouille avec le mécanisme de contact avec un doigt du goujon. La première enceinte se détache de la deuxième enceinte lorsque chaque doigt est repositionné depuis la position fermée à la position ouverte.

Dans une variante de la présente invention, chaque doigt comporte une base. Chaque base est fixée à chacune des bases adjacentes par un mécanisme de fixation.

Dans une autre variante de la présente invention,
5 chaque base comporte un évidement d'une dimension et d'une forme telles que lorsque chaque base est raccordée à une base adjacente, une chambre fermée est formée par le collectif de chacun des évidements. Une charge pyrotechnique est placée à l'intérieur de la chambre.
10 L'explosion de la charge pyrotechnique procure le mécanisme qui repositionne chacun des doigts depuis la position fermée à la position ouverte. Avantageusement, le dispositif de séparation comprend un dispositif de mise à feu relié à la charge pyrotechnique.

15 Dans encore une autre variante de la présente invention, chaque base est verrouillée à chacune des bases adjacentes.

Dans encore une autre variante de la présente invention, la face antérieure définit un segment ayant une
20 forme cylindrique.

Dans encore une autre variante de la présente invention, la tige du goujon a une forme cylindrique. Le mécanisme de contact avec un goujon comporte une pluralité d'encoches intérieures circonférentielles uniformément
25 espacées.

Dans une variante de la présente invention, le mécanisme de contact avec un doigt comporte une pluralité d'encoches extérieures circonférentielles uniformément espacées. Chacune des encoches extérieures
30 circonférentielles a une dimension et une forme telles

qu'elles lui permettent de se verrouiller avec l'encoche intérieure circonférentielle correspondante du mécanisme de contact avec un goujon.

Dans une autre variante de la présente invention, un
5 mécanisme de sollicitation est connecté entre la tête du goujon et la première enceinte. Le mécanisme de sollicitation tire la tige du goujon en l'éloignant de la première bride de la première enceinte au cours de la séparation.

10 Dans encore une autre variante de la présente invention, la tige du goujon a un diamètre de 7 cm (2,75 pouces).

La présente invention concerne également un procédé de
15 séparation à faible choc comprenant les étapes consistant à placer une première structure adjacente à une deuxième structure ; fixer une première enceinte à ladite première structure ; fixer une deuxième enceinte à ladite deuxième structure ; placer une charge pyrotechnique à l'intérieur
20 de la chambre au niveau de la base des doigts de ladite deuxième enceinte ; bloquer lesdits doigts sur la tige du goujon de manière à produire une charge de portée entre ladite première structure et ladite deuxième structure ; raccorder ladite première structure à ladite deuxième
25 structure ; mettre à feu ladite charge pyrotechnique de manière à produire une force de charge pyrotechnique ; et repositionner chacun desdits doigts, sous l'impact de ladite force de charge pyrotechnique, en les éloignant dudit goujon ; et déverrouiller ladite première structure
30 de ladite deuxième structure.

La présente invention concerne également un procédé d'utilisation d'un véhicule de lancement.

Avantageusement, ledit procédé d'utilisation comprend
5 en outre l'étape consistant à verrouiller chaque encoche intérieure circonférentielle de chacun desdits doigts avec l'encoche extérieure circonférentielle correspondante dudit goujon.

Avantageusement, ledit procédé d'utilisation comprend
10 en outre l'étape consistant à repositionner ledit goujon en l'éloignant desdits doigts en même temps que la ladite première structure est déverrouillée de ladite deuxième structure.

15 Ce qui précède a fait ressortir les caractéristiques les plus pertinentes et les plus importantes de la présente invention. D'autres caractéristiques de la présente invention vont être décrites ci-après, qui forment l'objet des revendications annexées. Il sera apprécié par les
20 hommes de métier que le mode de réalisation spécifique décrit ici peut être rapidement utilisé pour servir de base à la modification ou à la nouvelle conception d'autres structures et procédés permettant d'atteindre les mêmes objectifs que la présente invention. Il doit également être
25 réalisé par les hommes de métier que de telles constructions et de tels procédés équivalents ne s'éloignent ni de l'esprit, ni de la portée de l'invention, telle qu'elle est définie dans les revendications annexées.

La présente invention sera mieux et plus entièrement comprise en référence aux dessins annexés qui sont fournis à titre d'illustration uniquement :

la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un
5 écrou explosif et d'un goujon de l'art antérieur ;

la figure 2 est une vue en coupe de l'écrou explosif de l'art antérieur ;

la figure 3 est une vue en coupe transversale d'un dispositif serré adapté pour une séparation à faible choc ;

10 la figure 4 est une vue en coupe transversale d'un dispositif adapté pour une séparation à faible choc juste après l'explosion de la charge pyrotechnique ;

la figure 5 est une vue en coupe transversale d'un dispositif adapté pour une séparation à faible choc
15 montrant les étapes initiales de la séparation ; et

la figure 6 est une vue en coupe transversale d'un dispositif adapté pour une séparation à faible choc montrant les étapes finales de la séparation.

20 Comme représenté sur les figures 3 à 6, la présente invention concerne un dispositif de séparation à faible choc. Le dispositif adapté pour une séparation à faible choc comprend un dispositif de verrouillage expansible 14. Il est muni d'une pluralité de doigts 18. Chaque doigt 18 a
25 une position fermée 22 et une position ouverte 26. Chaque doigt 18 a également une face antérieure 34 et une face dorsale 38. La face antérieure 34 comporte un mécanisme de contact 42 avec un goujon. Chaque doigt 18 se termine par une pointe 46. Un mécanisme servant à repositionner chaque

doigt 18 depuis la position fermée 22 jusqu'à la position ouverte 26 est prévu.

Un goujon 50 est prévu. Le goujon 50 comprend une première extrémité 54 et une tige 58. La tige 58 comporte
5 un mécanisme de contact avec un doigt 62. Le mécanisme de contact 62 avec un doigt a une dimension et une forme telles qu'elles lui permettent de s'apparier avec le mécanisme de contact 42 avec un goujon disposé sur chaque doigt 18. La première extrémité 54 comporte une tête 66 qui
10 est pourvue d'une surface de portée 70.

Une première enceinte 74 est également prévue. Elle comporte une première bride 78 dont les dimensions lui permettent de recevoir de manière coulissante la tige 58 du goujon 50 lorsque la surface de portée 70 de la tête 66
15 vient en butée contre la première bride 78. La première enceinte 74 est munie d'un mécanisme 82 qui se fixe de lui-même à une première structure.

Une deuxième enceinte 86 est prévue. Elle comporte une deuxième bride 90 dont les dimensions lui permettent de recevoir de manière coulissante la tige 58 du goujon 50
20 lorsque la pointe 46 de chaque doigt 18 vient en butée contre la deuxième bride 90. La deuxième enceinte 86 est munie d'un mécanisme 94 qui se fixe de lui-même à une deuxième structure.

25 La première enceinte 74 est reliée à la deuxième enceinte 86 lorsque le mécanisme de contact 42 avec un goujon de chaque doigt 18 se verrouille avec le mécanisme de contact 62 avec un doigt du goujon 50.

La première enceinte 74 se détache de la deuxième enceinte 86 lorsque chaque doigt 18 est repositionné depuis la position fermée 22 à la position ouverte 26.

Dans une variante de la présente invention, chaque
5 doigt 18 comporte une base 100. Chaque base 100 est fixée à chacune des bases adjacentes 100 par un mécanisme de fixation.

Dans une autre variante de la présente invention, chaque base 100 comporte un évidement 98 d'une dimension et
10 d'une forme telles que lorsque chacune des bases 100 est raccordée à une base adjacente 100, une chambre fermée 116 est formée par le collectif de chacun des évidements 98. Une charge pyrotechnique est placée à l'intérieur de la chambre 116. L'explosion de la charge pyrotechnique procure
15 la force d'entraînement du mécanisme qui repositionne chacun des doigts 18 depuis la position fermée 22 à la position ouverte 26.

Dans encore une autre variante de la présente invention, chaque base 100 est verrouillée à chacune des
20 bases adjacentes 100.

Dans encore une autre variante de la présente invention, la face antérieure 34 définit un segment ayant une forme cylindrique.

Dans encore une autre variante de la présente
25 invention, la tige 58 du goujon 50 a une forme cylindrique. Le mécanisme de contact 42 avec un goujon comporte une pluralité d'encoches intérieures circonférentielles uniformément espacées.

Dans une variante de la présente invention, le
30 mécanisme de contact 62 avec un doigt comporte une

pluralité d'encoches extérieures circonférentielles uniformément espacées 104. Chacune des encoches extérieures circonférentielles 104 a une dimension et une forme telles qu'elles lui permettent de se verrouiller avec l'encoche
5 intérieure circonférentielle correspondante 108 du mécanisme de contact avec un goujon 42.

Dans une autre variante de la présente invention, un mécanisme de sollicitation 112 est connecté entre la tête 66 du goujon 50 et la première enceinte 74. Le
10 mécanisme de sollicitation 112 tire la tige 58 du goujon 50 en l'éloignant de la première bride 78 de la première enceinte 74 au cours de la séparation.

Dans encore une autre variante de la présente invention, la tige 58 du goujon 50 a un diamètre de 7 cm
15 (2,75 pouces).

La présente description comprend ce qui est contenu dans les présentes revendications ainsi que ce qui est contenu dans la description qui précède. Bien que la présente invention ait été décrite dans ses formes
20 préférées avec un certain degré de particularité, il est bien entendu que la présente description des formes préférées a été faite uniquement au moyen d'un exemple et que de nombreux changements dans les détails de la construction et qu'une combinaison et un agencement des
25 pièces peuvent être envisagés sans s'éloigner de l'esprit ni de la portée de la présente invention. Par conséquent, la portée de la présente invention doit être déterminée non seulement par les modes de réalisation illustrés mais encore par les revendications annexées et leurs équivalents
30 légaux.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux
exemples de réalisation ci-dessus décrits et représentés, à
partir desquels on pourra prévoir d'autres modes et
d'autres formes de réalisation, sans pour autant sortir du
5 cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de séparation à faible choc comprenant :
un dispositif de verrouillage expansible (14) muni d'une pluralité de doigts (18), chacun desdits doigts (18) ayant une position fermée (22) et une position ouverte (26),
5 chacun desdits doigts (18) ayant une face antérieure (34) et une face dorsale (38), chacun desdits doigts (18) se terminant par une pointe (46) ;
un mécanisme de contact (42) avec un goujon disposé sur ladite face antérieure (34) de chacun desdits doigts (18) ;
10 un mécanisme servant à repositionner chacun desdits doigts (18) depuis ladite position fermée (22) jusqu'à ladite position ouverte (26) ;
un goujon (50) ayant une première extrémité (54) et une tige (58), ladite première extrémité (54) ayant une tête
15 (66) pourvue d'une surface de portée (70) ;
un mécanisme de contact (62) avec un doigt disposé sur ladite tige (58), ledit mécanisme de contact (62) avec un doigt ayant une dimension et une forme appropriées qui lui permettent de s'apparier audit mécanisme de contact (42)
20 avec un goujon disposé sur chacun desdits doigts (18) ;
une première enceinte (74) ayant une première bride (78) dont les dimensions lui permettent de recevoir de manière coulissante ladite tige (58) dudit goujon (50) lorsque ladite surface de portée (70) de ladite tête (66) vient en
25 butée contre ladite première bride (78) ;
un mécanisme qui assure la fixation de ladite première enceinte (74) à une première structure ;

une deuxième enceinte (86) ayant une deuxième bride (90) dont les dimensions lui permettent de recevoir de manière coulissante ladite tige (58) dudit goujon (50) lorsque ladite pointe (46) de chaque doigt (18) vient en butée
5 contre ladite deuxième bride (90) ;
un mécanisme qui assure la fixation de ladite deuxième enceinte (86) à une deuxième structure ;
ladite première enceinte (74) étant fixée à ladite deuxième enceinte (86) lorsque ledit mécanisme de contact (42) avec
10 un goujon de chacun desdits doigts (18) se verrouille avec ledit mécanisme de contact (62) avec un doigt dudit goujon (50) ; et
ladite première enceinte (74) se détache de ladite deuxième enceinte (86) lorsque chacun desdits doigts (18) est
15 repositionné depuis ladite position fermée (22) à ladite position ouverte (26).

2. Dispositif de séparation à faible choc selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacun desdits
20 doigts (18) ayant une base (100), un mécanisme de fixation raccorde chacune desdites bases (100) à chacune des bases (100) adjacentes à ladite base (100).

3. Dispositif de séparation à faible choc selon la revendication 2, caractérisé en ce que chacune desdites
25 bases (100) comporte un évidement (98) d'une dimension et d'une forme telles que lorsque chacune desdites bases (100) est raccordée à une base (100) adjacente à ladite base (100), une chambre (116) fermée est formée par le collectif
30 de chacun desdits évidements (98).

4. Dispositif de séparation à faible choc selon la revendication 3 comprenant en outre une charge pyrotechnique placée à l'intérieur de ladite chambre (116).
- 5
5. Dispositif de séparation à faible choc selon la revendication 4 comprenant en outre un dispositif de mise à feu relié à ladite charge pyrotechnique.
- 10
6. Dispositif de séparation à faible choc selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que chacune desdites bases (100) est verrouillée à chacune desdites bases (100) adjacentes à ladite base (100).
- 15
7. Dispositif de séparation à faible choc selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite face antérieure (34) définit un segment ayant une forme cylindrique.
- 20
8. Dispositif de séparation à faible choc selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite tige (58) dudit goujon (50) ayant une forme cylindrique, ledit mécanisme de contact (42) avec un goujon comporte une pluralité d'encoches intérieures
- 25
- circonférentielles (108) uniformément espacées.
9. Dispositif de séparation à faible choc selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit mécanisme de contact (62) avec un doigt comporte une
- 30
- pluralité d'encoches extérieures circonférentielles (104)

uniformément espacées, chacune desdites encoches extérieures circonférentielles (104) ayant une dimension et une forme telles qu'elles lui permettent de se verrouiller avec ladite encoche intérieure circonférentielle (108)
5 correspondante dudit mécanisme de contact (42) avec un goujon.

10. Dispositif de séparation à faible choc selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce
10 qu'il comprend en outre un mécanisme de sollicitation (112) connecté entre ladite tête (66) dudit goujon (50) et ladite première enceinte (74), ledit mécanisme de sollicitation (112) tirant ledit goujon (50) et ladite tige (58) en les éloignant de ladite première bride (78) de ladite première
15 enceinte (74) au cours de la séparation.

11. Dispositif de séparation à faible choc selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ladite tige (58) dudit goujon (50) a un diamètre de 7
20 centimètres (2,75 pouces).

12. Dispositif de séparation à faible choc comprenant : un dispositif de verrouillage expansible (14) muni d'une pluralité de doigts (18), chacun desdits doigts (18) ayant
25 une position fermée (22) et une position ouverte (26), chacun desdits doigts (18) ayant une base (100), chacune desdites bases (100) étant verrouillée à chacune des bases (100) adjacentes à ladite base (100), chacun desdits doigts (18) ayant une face antérieure (34) et une face
30 dorsale (38), ladite face antérieure (34) définit un

segment ayant une forme cylindrique, ladite face antérieure (34) comportant une pluralité d'encoches intérieures circonférentielles (108) uniformément espacées, chacun desdits doigts (18) se terminant par une

5 pointe (46) ;

un évidement (98) d'une dimension et d'une forme telles que lorsque chacune desdites bases (100) est raccordée à une base (100) adjacente à ladite base (100), une chambre (116) fermée est formée par le collectif de chacun desdits

10 évidements (98) ;

une charge pyrotechnique placée à l'intérieur de ladite chambre (116) ;

un dispositif de mise à feu relié à ladite charge pyrotechnique ;

15 un goujon (50) comportant une première extrémité (54) et une tige (58), ladite première extrémité (54) ayant une tête (66) pourvue d'une surface de portée (70), ladite tige (58) ayant une forme cylindrique, ladite tige (58) comportant une pluralité d'encoches extérieures

20 circonférentielles (104) uniformément espacées, ladite tige (58) ayant un diamètre de 2,75 pouces ;

chacune desdites encoches extérieures circonférentielles (104) ayant une dimension et une forme telles qu'elles lui permettent de se verrouiller avec

25 ladite encoche intérieure circonférentielle (108) correspondante de chacun desdits doigts (18) ;

une première enceinte (74) étant munie d'une première bride (78) dont les dimensions lui permettent de recevoir de manière coulissante ladite tige (58) dudit goujon (50)

- lorsque ladite surface de portée (70) de ladite tête (66) vient en butée contre ladite première bride (78) ;
une première structure fixée à ladite première enceinte (74) ;
- 5 une deuxième enceinte (86) étant munie d'une deuxième bride (90) dont les dimensions lui permettent de recevoir de manière coulissante ladite tige (58) dudit goujon (50) lorsque ladite pointe (46) de chacun desdits doigts (18) vient en butée contre ladite deuxième bride (90) ;
- 10 une deuxième structure fixée à ladite deuxième enceinte (86) ;
un mécanisme de sollicitation (112) connecté entre ladite tête (66) dudit goujon (50) et ladite première enceinte (74) ;
- 15 ladite première enceinte (74) étant fixée à ladite deuxième enceinte (86) lorsque chacune desdites encoches extérieures circonférentielles (104) dudit goujon (50) est verrouillée avec ladite encoche intérieure (108) correspondante de chacun desdits doigts (18) lorsque chacun desdits
- 20 doigts (18) se trouve dans ladite position fermée (22) ; et
ladite première enceinte (74) se détache de ladite deuxième enceinte (86) lorsque chacune desdites encoches extérieures circonférentielles (104) dudit goujon (50) n'est plus verrouillée avec ladite encoche intérieure (108)
- 25 correspondante de chacun desdits doigts (18) lorsque chacun desdits doigts (18) se trouve dans ladite position ouverte (26).
13. Procédé de séparation à faible choc comprenant les
- 30 étapes consistant à :

- placer une première structure adjacente à une deuxième structure ;
fixer une première enceinte (74) à ladite première structure ;
5 fixer une deuxième enceinte (86) à ladite deuxième structure ;
placer une charge pyrotechnique à l'intérieur de la chambre (116) au niveau de la base (100) des doigts (18) de ladite deuxième enceinte (86) ;
10 bloquer lesdits doigts (18) sur la tige (58) du goujon (50) de manière à produire une charge de portée entre ladite première structure et ladite deuxième structure ;
raccorder ladite première structure à ladite deuxième structure ;
15 mettre à feu ladite charge pyrotechnique de manière à produire une force de charge pyrotechnique ;
repositionner chacun desdits doigts (18), sous l'impact de ladite force de charge pyrotechnique, en les éloignant dudit goujon (50) ; et
20 déverrouiller ladite première structure de ladite deuxième structure.
14. Procédé d'utilisation d'un véhicule de lancement selon la revendication 13 comprenant en outre l'étape consistant
25 à :
verrouiller chaque encoche intérieure circonférentielle (108) de chacun desdits doigts (18) avec l'encoche extérieure circonférentielle (104) correspondante dudit goujon (50).

15. Procédé d'utilisation d'un véhicule de lancement selon la revendication 13 comprenant en outre l'étape consistant à :

5 repositionner ledit goujon (50) en l'éloignant desdits doigts (18) en même temps que la ladite première structure est déverrouillée de ladite deuxième structure.

1/4

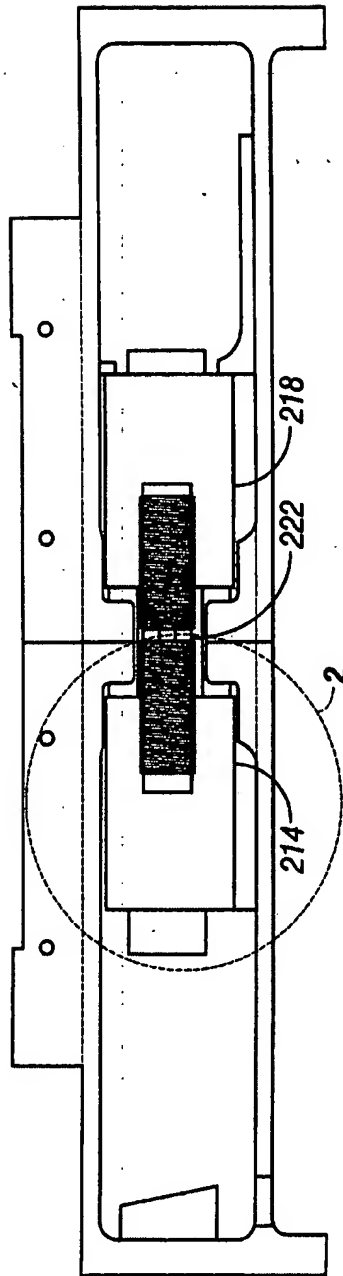


FIG. 1
(ART ANTERIEUR)

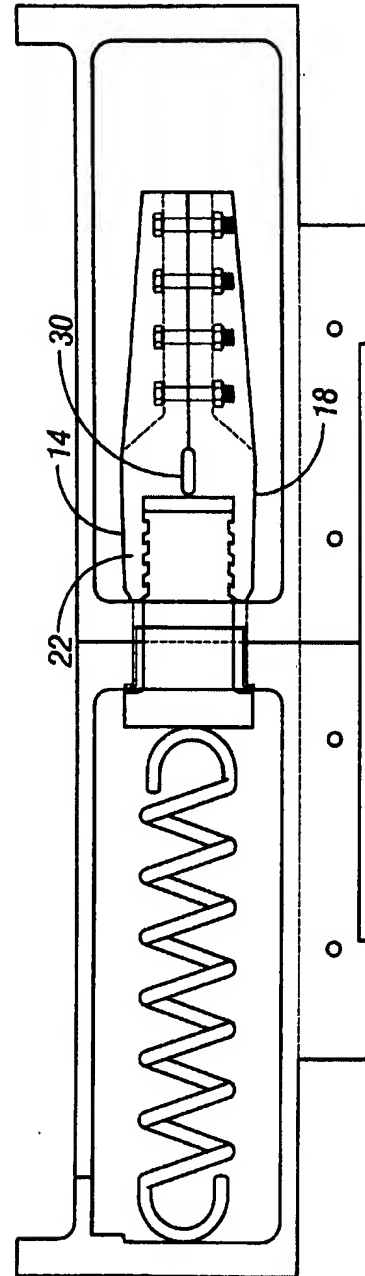
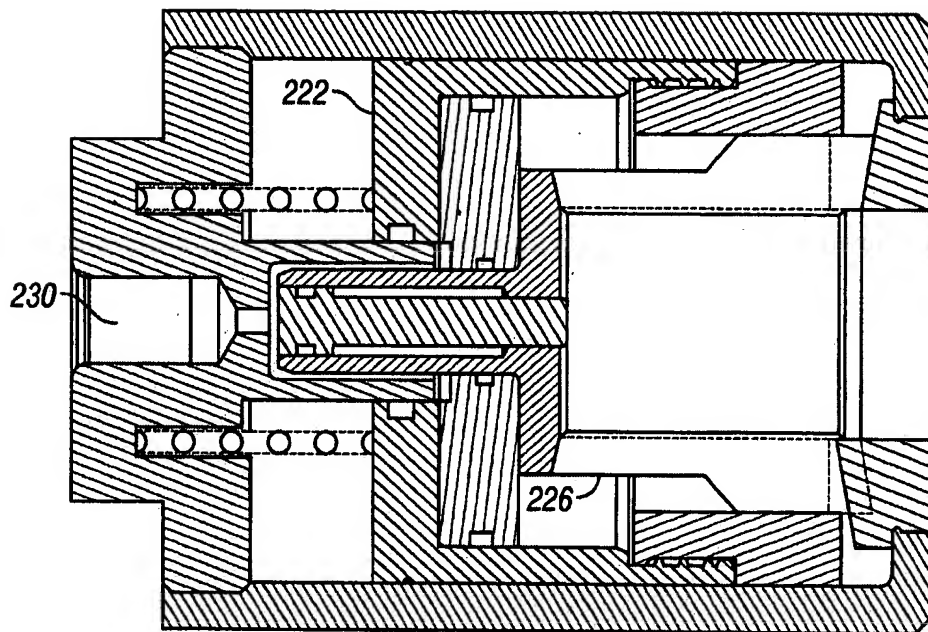


FIG. 3

2/4

**FIG. 2**

(ART ANTERIEUR)

3/4

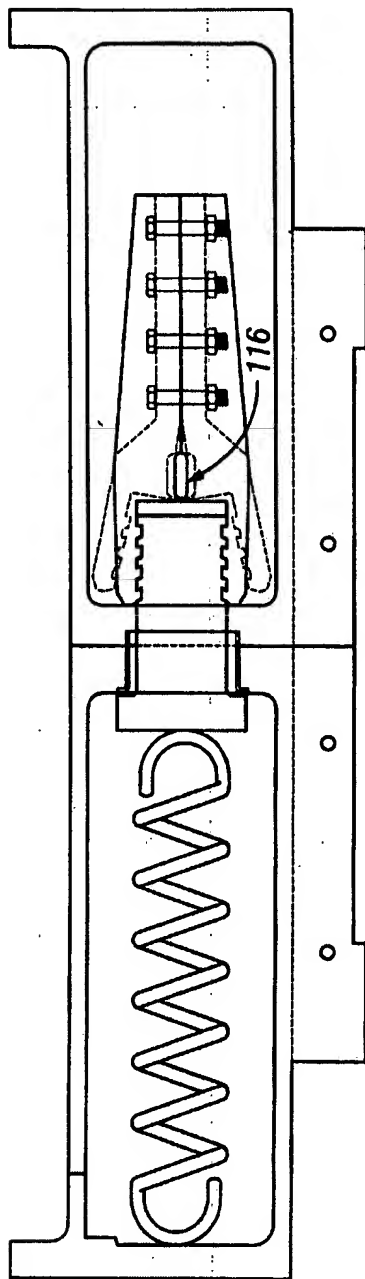


FIG. 4

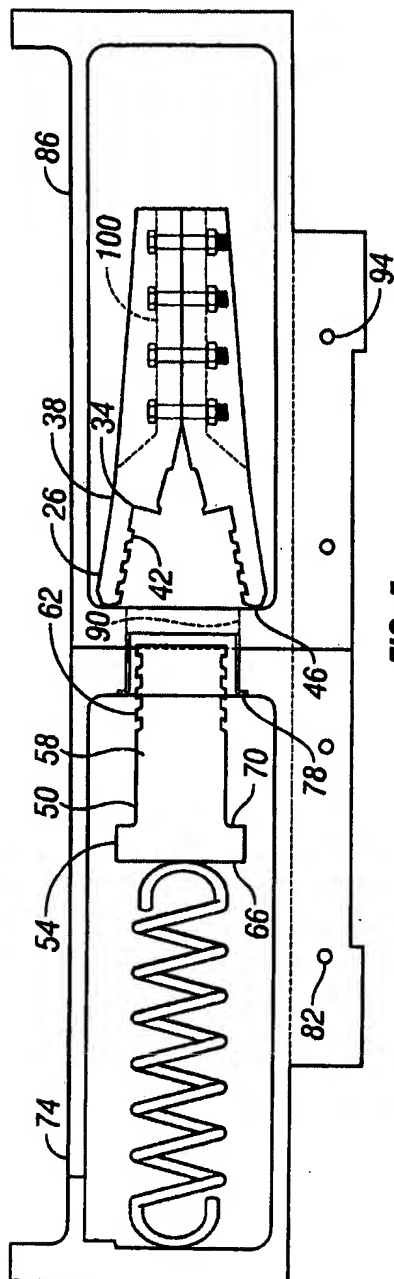


FIG. 5

4/4

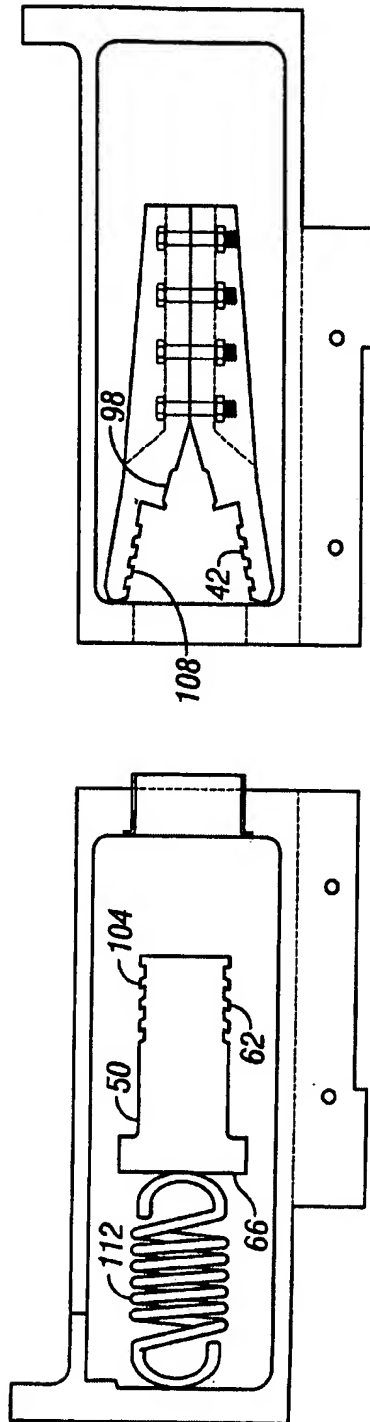


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.